

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-192500

(P2002-192500A)

(43) 公開日 平成14年7月10日 (2002.7.10)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームト (参考)
B 8 1 C 5/00		B 8 1 C 5/00	2 H 0 4 9
B 4 4 C 1/20		B 4 4 C 1/20	B 2 H 0 9 7
1/22		1/22	B 4 G 0 5 9
C 0 3 C 15/00		C 0 3 C 15/00	A
			D

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 9 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-391400 (P2000-391400)

(22) 出願日 平成12年12月22日 (2000. 12. 22)

(71) 出願人 000115728

リコー光学株式会社

岩手県花巻市大畑第十地割109番地

(72) 発明者 梅木 和博

岩手県花巻市大畑第10地割109番地 リコ

ー光学株式会社内

(74) 代理人 100085464

弁理士 野口 繁雄

Fターム (参考) 2H049 AA03 AA18 AA33 AA36 AA37

2H097 AA03 AA16 BA06 CA16 CA17

FA02 LA15 LA17 LA20

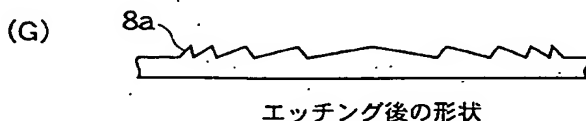
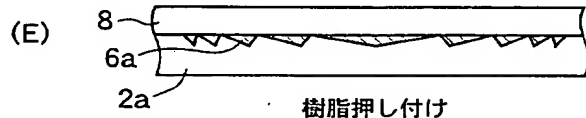
4G059 AA11 AB01 AC30 BB01 BB13

(54) 【発明の名称】 微細表面構造をもつ物品の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 生産の工程を簡素化して高精度の表面3次元構造を再現性よく、安価に製造する。

【解決手段】 この金型2aの表面を離型処理し、その上に紫外線硬化型樹脂6を塗布し、その上からシランカップリング処理を施した目的製品材料8をゆっくりと押し当てる。目的製品材料基板8の裏面側から均一な紫外線光を照射して紫外線硬化型樹脂層6を硬化させる。紫外線硬化型樹脂層6aを目的製品材料基板8に接合したまま金型2aを剥離する。目的製品材料基板8上の樹脂層6aの転写形状をドライエッチング法により目的製品材料基板8に転写する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 以下の工程 (A) から (E) を備えて微細表面構造をもつ物品を製造する製造方法。

(A) 表面に微細形状をもつ金型の表面に離型処理を施す工程、

(B) 離型処理の施された前記金型表面に硬化可能な樹脂を介して目的製品材料を押し当て、前記金型の表面形状の反転形状を前記樹脂に転写する工程、

(C) 前記樹脂を硬化させる工程、

(D) 前記樹脂を前記目的製品材料に接合させた状態でその樹脂を前記金型から剥離させる工程、及び

(E) 前記樹脂に転写された形状をドライエッチング法によって前記目的製品材料に転写する工程。

【請求項 2】 前記樹脂は紫外線硬化型樹脂である請求項 1 に記載の製造方法。

【請求項 3】 前記金型表面の微細形状は、以下の工程 (a) から (c) により形成する請求項 1 又は 2 に記載の製造方法。

(a) 前記微細形状を形成しようとする金型母材料表面上に感光性材料を塗布する工程、

(b) 電子線又はレーザービームにより前記感光性材料に所望の形状を描画し、次いで現像して前記感光性材料に所望形状を形成する工程、及び

(c) 前記感光性材料の形状をドライエッチング法によって前記金型母材料に転写する工程。

【請求項 4】 前記金型母材料はドライエッチング可能な材料であり、金属材料、ガラス材料、セラミックス材料、プラスチック材料及び硬質ゴム材料からなる群から選ばれた 1 種である請求項 3 に記載の製造方法。

【請求項 5】 前記金型母材は平面基板であり、その平面上の表面に前記微細形状を形成する請求項 3 又は 4 に記載の製造方法。

【請求項 6】 請求項 3 の工程 (b) における描画を電子線により行なうものとし、前記金型母材料表面上に塗布する感光性材料はポジ型レジストとする請求項 3、4 又は 5 に記載の製造方法。

【請求項 7】 請求項 3 の工程 (c) におけるドライエッチング工程で所望の形状を転写するために、選択比を段階的又は連続的に変化させる請求項 3 から 6 のいずれかに記載の製造方法。

【請求項 8】 請求項 1 の工程 (A) における金型表面の離型処理は、金型表面に金属薄膜を成膜することであり、その金属薄膜は Ni、Cr、Fe、Al、Co、Cu、Mo、Pt、Au、Nb 及び Ti からなる群から選ばれた単一金属又は複合材料からなるものである請求項 1 から 7 のいずれかに記載の製造方法。

【請求項 9】 金型表面の離型処理のための前記金属薄膜を成膜した後、さらに離型処理としてその金属薄膜上に微細な構造のフッ素樹脂を含む層により表面処理を施

す請求項 8 に記載の製造方法。

【請求項 10】 請求項 1 の工程 (A) における金型表面の離型処理方法として、金型表面にフッ素官能基を有する有機化合物層を形成する請求項 1 から 7 のいずれかに記載の製造方法。

【請求項 11】 前記樹脂として紫外線硬化型樹脂を使用し、前記金型と前記目的製品材料のうち少なくとも一方は紫外線透過材料からなるものを選択しておき、請求項 1 の工程 (C) における樹脂の硬化工程では、紫外線透過材料の金型もしくは目的製品材料、又は両方を通して紫外線硬化型樹脂に紫外線を照射してその紫外線硬化型樹脂を均一に硬化させる請求項 2 から 10 のいずれかに記載の製造方法。

【請求項 12】 請求項 1 の工程 (C) における樹脂の硬化の際の収縮量を予め求めておき、請求項 3 の工程 (c) における感光性材料のドライエッチングによる金型母材料への形状転写工程では、その収縮量部分を見込んで金型母材料を深く加工する請求項 3 から 11 のいずれかに記載の製造方法。

【請求項 13】 請求項 1 の工程 (B) で離型処理の施された金型表面に樹脂を介して目的製品材料を押し当てる際、樹脂と目的製品材料表面との間に両者の密着性を向上させるためのプライマー表面処理を施しておく請求項 1 から 12 のいずれかに記載の製造方法。

【請求項 14】 請求項 1 の工程 (E) で樹脂に転写された形状をドライエッチング法によって目的製品材料に転写する際、目的製品材料に所望の形状を形成するためにそのドライエッチングにおける樹脂と目的製品材料とのエッチングの選択比を段階的又は連続的に変化させる請求項 1 から 13 のいずれかに記載の製造方法。

【請求項 15】 前記目的製品材料の曲面状表面に微細形状を形成するために、

前記金型に可撓性をもたせておき、

請求項 1 の工程 (B) では前記金型表面に前記樹脂を介して前記目的製品材料を押し当ててその目的製品材料表面の曲面に応じて前記金型を湾曲させた状態で、その金型の表面形状の反転形状をその樹脂に転写する請求項 1 から 14 のいずれかに記載の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、表面に微細加工を施すことによって、光学的機能、機械的機能又は物理的機能を発現する製品の製造や加工に関するものである。このような微細加工は、例えば MLA (マイクロレンズアレイ)、回折光学素子、偏向光学素子、屈折光学素子、複屈折光学素子、光ファイバー系光学素子、ビームスプリッター等の光学素子の製造に利用されており、特に概略寸法が 10 mm 以下の光学素子の製造で利用されている。また、この方法は、マイクロマシニング、機械摺動部品 (自動車用エンジン、エアコン用コンプレッサ

ーなど)の表面処理方法など、幅広い産業分野に応用・利用可能である。

【0002】

【従来の技術】A) リソグラフィ技術を用いてマルチレベル素子の作製方法として、M枚のマスクを使って(M-1)回のプロセスでN=2^Mレベルのステップ状の位相分布を持つ素子を作製する方法が提案されている

(「光技術コンタクト」Vol.38, No.5 (2000) P.42~51、特にそのP.45参照)。B) 電子ビーム、レーザービームやイオンビーム等を用いた直接描画法と光リソグラフィとドライエッチング技術を組み合わせた方法も提案されている(「応用物理」第68巻第6号(1999) P.633~638参照)。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】Aの方法では、マスク枚数が多く必要であること、アライメント回数が多くこの誤差が無視できないこと、深さ方向のエッチング誤差が無視できないこと、最小ライン幅は1 μ m程度が限界であること、等が問題である。Bの方法では、高精度な制御技術を有する装置が必要で、装置が高価であること、描画に時間が非常にかかり(500 μ m \times 500 μ mの正方形で10~15時間程度)、量産性が全くない、再現性に乏しい、等の問題があり、実用化された例はない。上記A、Bのいずれの方法においても、製品対象材料の形状は、全て平面基板材料である。曲面(球面を含む)形状の基板に対する製作は提案されていない。

【0004】本発明は、生産の工程を簡素化して高精度の表面3次元構造を再現性よく、安価に製造する為の方法を提供することを目的とするものである。本発明はまた、金型の寿命を長くし、かつ転写性を向上させ、剥離を容易にすることも目的としている。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明は、以下の工程(A)から(E)を備えて微細表面構造をもつ物品を製造する製造方法である。

(A) 表面に微細形状をもつ金型の表面に離型処理を施す工程、(B) 離型処理の施された金型表面に硬化可能な樹脂を介して目的製品材料を押し当てて、金型の表面形状の反転形状をその樹脂に転写する工程、(C) その樹脂を硬化させる工程、(D) その樹脂を目的製品材料に接合させた状態でその樹脂を金型から剥離させる工程、及び(E) その樹脂に転写された形状をドライエッチング法によって目的製品材料に転写する工程。本発明では、金型表面を離型処理するので、樹脂が容易に金型から剥離する。また、これにより、金型の寿命が伸び、かつ転写性が向上する。

【0006】

【発明の実施の形態】金型の表面形状の反転形状を転写する樹脂としては、紫外線硬化型樹脂や熱硬化型樹脂を

用いることができる。その樹脂として紫外線硬化型樹脂を用いる場合には、次のような利点がある。

①常温での硬化が可能である。②液体状で塗布できるので、流動性がよく、泡などの発生を防ぐことができる。③紫外光を均一に照射して硬化させることができるので、均一に硬化させることができる。④短時間に硬化させることができる。その結果、金型表面形状を正確に容易に転写することができるようになる。

【0007】その樹脂として熱硬化型樹脂を用いる場合でも、均一に硬化させることによって、紫外線硬化型樹脂と同様に金型表面形状を正確に転写することができる。熱硬化型樹脂としては、プラスチック眼鏡レンズや、コンタクトレンズの製造に使用されている樹脂を用いることができる。そのような熱硬化型樹脂を用いた成型方法は注型法と呼ばれており、金型に液体状の熱硬化型樹脂を流し込み、徐々に加熱して24時間程度の時間をかけて硬化させる。

【0008】金型表面の微細形状は、以下の工程(a)から(c)により形成することが好ましい。

(a) 前記微細形状を形成しようとする金型母材料表面上に感光性材料を塗布する工程、(b) 電子線(EB)又はレーザービームによりその感光性材料に所望の形状を描画し、次いで現像してその感光性材料に所望形状を形成する工程、及び(c) その感光性材料の形状をドライエッチング法によって金型母材料に転写する工程。電子線又はレーザービームにより所望の形状を描画することにより、1度のプロセスで所望の形状を高精度で作製できる。

【0009】また、感光性材料の形状をドライエッチング法によって金型母材料に転写するにすれば、軟質材料であるレジスト形状を硬質金型材料に転写できる。この場合、金型母材料はドライエッチング可能な材料であることが必要であり、そのような材料として金属材料、ガラス材料、セラミックス材料、プラスチック材料及び硬質ゴム材料からなる群から選ばれた1種を用いることができる。

【0010】一般には、金型母材は平面基板であり、その平面上の表面に微細形状を形成する。金型を作る際に金型母材料表面に感光性材料パターンを形成するために電子線描画用感光性材料を使用する場合は、その電子線描画用感光性材料はポジ型レジストであることが好ましい。このように、微細構造製造方法として、ポジレジストを塗布し電子線描画方法で描画することにより、描画の再現性が良く、電子の漏れ等の制御が容易で制御し易いという利点がある。レーザービームで描画する場合は、使用するレーザー光の波長に感度をもつ感光性材料を使用する。

【0011】金型を製作する際、感光性材料の形状をドライエッチング法によって金型母材料に転写する工程におけるドライエッチング工程で、所望の形状を転写する

ために、選択比を段階的又は連続的に変化させることが好ましい。このように、選択比を段階的又は連続的に変化させることにより、転写時に所望の形状を得ることができるようになる。

【0012】金型表面の離型処理の一例は、金型表面に金属薄膜を成膜することであり、その金属薄膜はNi, Cr, Fe, Al, Co, Cu, Mo, Pt, Au, Nb及びTiからなる群から選ばれた単一金属又は複合材料からなるものとして行うことができる。この離型処理により、金型の形状転写性が飛躍的に増し、正確な転写が行なえると同時に、剥離性が容易となり金型の寿命が飛躍的に向上する。

【0013】離型処理として、さらにその金属薄膜上に微細な構造のフッ素樹脂を含む層によって表面処理を施すことが好ましい。この表面処理はフッ素樹脂を含む層をメッキ方法や蒸着方法によって形成することにより行うことができる。金型表面の他の離型処理方法として、金型表面にフッ素官能基を有する有機化合物層を形成する方法も好ましい。

【0014】金型の表面形状の反転形状を転写する樹脂として紫外線硬化型樹脂を使用する場合、紫外線硬化型樹脂を硬化させる方法として、金型と目的製品材料のうち少なくとも一方は紫外線透過材料からなるものを選択しておき、紫外線硬化型樹脂の硬化工程では、紫外線透過材料の金型もしくは目的製品材料、又は両方を通して紫外線硬化型樹脂に紫外線を照射してその紫外線硬化型樹脂を均一に硬化させるようにするのが好ましい。紫外線硬化型樹脂を均一に硬化させることにより、金型の形状転写性が飛躍的に増し、正確な転写が行なえる。金型の表面形状の反転形状を転写する樹脂として熱硬化型樹脂を使用する場合、熱硬化型樹脂を硬化させる方法として、金型と目的製品材料を位置決めした状態で固定し、樹脂注入口を別途設ける。熱硬化型樹脂の硬化工程では徐々に加熱しながら金型全体に均一に熱が行きわたるようにして加熱硬化させるのが望ましい。

【0015】一般に、樹脂は硬化の際に収縮するものである。そこで、その収縮量を予め求めておき、感光性材料のドライエッチングによる金型母材料への形状転写工程では、その収縮量部分を見込んで金型母材料の形状が深くなるように補正して加工するのが好ましい。これにより、硬化収縮量の補正が可能となる。

【0016】離型処理の施された金型表面に樹脂を介して目的製品材料を押し当てる際、樹脂と目的製品材料表面との間に両者の密着性を向上させるためのプライマー表面処理を施しておくことが好ましい。これにより、剥離工程で金型側から選択的に剥離が行われ、樹脂のクワレ(剥離の際に樹脂の一部が金型に残ること)が急激に減少する。その結果、次工程での形状転写性が向上する。

【0017】樹脂に転写された形状をドライエッチング

法によって目的製品材料に転写する際、目的製品材料に所望の形状を形成するためにそのドライエッチングにおける樹脂と目的製品材料とのエッチングの選択比を段階的又は連続的に変化させることが好ましい。この選択比の調整により形状の補正が可能となり、所望の形状に転写できるようになる。

【0018】目的製品材料の曲面状表面に微細形状を形成するために、金型をプラスチック材料で形成したり、金属薄膜上に形成したりすることにより、金型に可撓性をもたせ、金型表面に樹脂を介して目的製品材料を押し当ててその目的製品材料表面の曲面に応じて金型を湾曲させた状態で、その金型の表面形状の反転形状をその樹脂に転写することが好ましい。金型に可撓性をもたせることにより、以下のような利点を発揮することができる。

①例えば、図1(A)に示されるように、金型をX軸方向に変形させると、金型をシリンダー形状とすることができる。

②また、例えば、図1(B)に示されるように、金型をZ軸方向に均一な圧力を加えて変形させると、金型を球面形状とすることができる。これらの形状を利用することにより、製作する面の形状は平面に限るものではなく、球面形状、非球面、シリンダー面などに微細形状を製作することができる。このように、曲面基板上の微細構造製作が可能となる。

【0019】

【実施例】(実施例1)図2に示す回折光学素子を製作した。この回折光学素子は合成石英材に形成された直径が約10mmのもので、同心円状に鋸歯形状を配列したものである。その輪帯数は約900、ピッチは約150 μm 〜3 μm 、高さは約0.6 μm である。

【0020】以下に、図3、4を参照してこの回折光学素子の製作手順を示す。

(A) 金型母材料2として直径が4インチ、厚さが2.0mmの合成石英基板を用意した。この金型母材料2の表面上に電子線描画用感光性材料(レジスト)(東京応化社製:OE BR-1000)4をスピナーにて、500rpmで5秒間、続いて4000rpmで30秒間塗布した。その後、170℃で20分間のプリベークを行なった後、急冷却した。この時のレジスト膜厚は、0.5 μm であった。

【0021】次に、第2図に示す形状を得る為に、別途CADソフトを使用してEB照射ビームがなぞる領域分割、経路及びビーム径、ドーズ量、描画時間等を入力しておく。本実施例の場合には、丸形状を1080角形と近似して描画全領域を500 μm ×500 μm の正方形の領域に分割して描画プログラムを作成した。尚、本件では最終製品形状と描画形状とは、反転した関係である。予め、反転形状でプログラムを製作するのは当然である。

【0022】(B)そのレジスト4を塗布した金型母材料2を電子線描画装置にセットし、所定の真空度まで排気する。次いで、CADデータを描画装置の制御装置に転送し、描画を開始する。本件の場合には、X-Yステージを移動させながら描画し、描画に135時間を要した。描画後、現像液(OEBR-1000現像液)を使用して25℃で3分間現像した。リンスは行わず、窒素ブローアースピンナー回転にて直ぐに乾燥させた。また、ポストバークも行なわなかった。

【0023】(C)次に、描画後のレジスト4のパターン4aをドライエッチング法によって金型母材料2に転写した。このときのドライエッチングは、TCP(誘導結合型プラズマ)エッチング装置を用い、 CHF_3 :15.0sccm、 CF_4 :2sccmのガスを導入しながら、基板バイアス電圧:500W、上部電極パワー:1250W、真空度 1.5×10^{-3} Torr(すなわち1.5mTorr)で3分間エッチングを行なった。このときのエッチング速度は、 $0.26 \mu\text{m}/\text{分}$ であった。僅かに($0.1 \mu\text{m}$ 程)オーバーエッチングで終了させた。エッチングの選択比(金型母材料2のエッチング速度/レジスト4のエッチング速度)は1.5でエッチング後の金型2aの形状高さは、 $0.75 \mu\text{m}$ であった。表面粗さは、 $R_a = 0.001 \mu\text{m}$ 以下で良好であった。この形状高さは、次工程での樹脂の収縮を10%と見込んで設定した。

【0024】この時の金型2aの形状は、描画時の形状4aに比較して、ピッチ一定で、高さだけが1.5倍になっていた。この金型2aの表面を離型処理するために、金型表面に金属Ni薄膜をスパッタリング法で 9×10^{-1} Paの真空度で500Å成膜した。比較的高圧で成膜したため、まわり込みが十分に行なわれ、金型表面に均一に成膜された。

【0025】次に、Ni表面を、フッ素官能基を有するトリアジンチオール有機化合物で表面処理した。これは、有機鍍金法と言われる方法で行なった。具体的には、フッ素化SFTT(スーパーファイントリアジンチオール)を溶媒に溶かした溶液中で電解重合処理(有機鍍金)して、金型表面にフッ素系の有機薄膜を形成した。フッ素化SFTTは、有機硫黄化合物の1つであるトリアジンチオールの側鎖をフッ素化したものである。フッ素分子の数nは、 $n=7$ が最も撥水効果(剥型効果)が高かったため、この条件で1000Å成膜した。ただし、Niスパッタリングを実施しなくてもシラノール基を有するトリアジンチオールを用いれば、同様の撥水効果は得られる。

【0026】(D)次に、離型処理した金型2aを下にセットして、この上に紫外線硬化型樹脂6としてアクリル系樹脂(大日本インキ社製:GRANDIC RC-8720)を3cc塗布した。

【0027】(E)この金型2aを専用の接合機にセッ

トし、予め別の工程でシランカップリング処理(密着性向上処理)を施した目的製品材料の平面基板8(信越石英社製:合成石英スプラシルP-20)をゆっくりと押し当てる。この時紫外線硬化型樹脂6の中に泡が発生しないように降下速度を制御した自動接合機で接合した。

【0028】次に、金型2a側からゆっくりと目的製品材料基板8側に押し上げて、形状転写時に余分となる紫外線硬化型樹脂6を除去した。更に、目的製品材料基板8の裏面側から均一な紫外線光を3000mJ照射して紫外線硬化型樹脂層6を硬化させた。この時の紫外線硬化型樹脂層6の厚さ(紫外線硬化型樹脂層6の3次元構造のトップとスプラシル目的製品材料基板8間の距離)は、 $0.1 \mu\text{m}$ 以下であった。当然、紫外線硬化型樹脂層6の最大厚さは、「パターン深さ: 0.75 」+「 0.1 」= $0.85 \mu\text{m}$ である。

【0029】(F)次に、紫外線硬化型樹脂層6aを目的製品材料基板8に接合したまま金型表面から剥離するために、治具を使って、薄い方の目的製品材料基板8をやや凸形状に変形させながら剥離させた。次に、目的製品材料基板8の表面上の樹脂層6aの転写形状を測定したところ、光学素子部の高さは、 $0.67 \mu\text{m}$ に小さくなっていた。これは、樹脂層6aが硬化収縮したためであり、その硬化収縮率は平均で約11%であった。従って、初期の見込み量よりも収縮量が大きかったため、僅かに低い値となった。これは、樹脂層6aの収縮率が底部と上部(光学素子の先端部)では異なるため、先端部が僅かに高さが低くなり、球形状を有していたことによる。

【0030】(G)次に目的製品材料基板8上の樹脂層6aの転写形状を上記と同様に転写した。ドライエッチング条件は、TCPエッチング装置を用い、 CHF_3 :12.0sccm、 CF_4 :4sccmのガスを導入しながら基盤バイアス電圧:500W、上部電極パワー:1250W、真空度 1.5×10^{-3} Torr(すなわち1.5mTorr)で3.5分間エッチングを行なった。この時のエッチング速度は、 $0.25 \mu\text{m}/\text{分}$ であった。

【0031】先に述べたように、樹脂層6aの収縮率が底部と上部先端部で僅かに異なり、高さが低くなっていたので、エッチングの後半では CHF_3 ガス量を2.0sccm増加させて選択比を若干大きくしてエッチングした。選択比を段階的に変更することによって、転写時に所望の形状を得ることができた。エッチングの選択比(目的製品材料基板8のエッチング速度/樹脂層8のエッチング速度)は平均で1.03であり、エッチング後の形状8aの高さは、 $0.69 \mu\text{m}$ であった。表面粗さは、 $R_a = 0.001 \mu\text{m}$ 以下で良好であった。尚、光学面は直線形状を有していた。

【0032】(実施例2)微細構造の製造方法において、金型を可撓性を有するプラスチック材料に形成し、これに樹脂層を塗布して形状を転写し、その形状転写し

た樹脂層を湾曲させて目的材料表面に転写する実施例を、図 5、6 を参照して説明する。

【0033】(A) 金型母材料 12 として直径 4 インチ、厚さ 1.0 mm のアクリルシートを用意した。金型を形成するまでは金型母材料 12 を平坦に保つために、これを厚さ 2.0 mm の裏打ち用合成石英基板 13 上にワックスで平行に貼りつけた。

【0034】(B) これを基板として実施例 1 と同様の形状を同様の方法で描画し電子線描画用レジスト 4 をパターン化した。4a はその表面形状である。

【0035】(C) 実施例 1 と同様にしてレジスト 4 のパターンをドライエッチング法により金型母材料 12 に転写して金型 12a を形成した。その金型 12a の表面に、実施例 1 とは異なり、Ni 表面処理を施さずに、シラノール基又はチオール基をもつフッ素系トリアジンで表面処理して離型処理を施した。その後、ワックスを加熱してアクリルシートの金型 12a を裏打ち用合成石英基板から剥離した。

【0036】(D) 次に、別途用意してある湾曲面を有する金属製形状転写用成形型 14 にワックスで接合する。アクリルシートの金型 12a は可撓性があるので金属製成形型 14 に倣って湾曲面を形成する。これを成形用金型として使用する。

【0037】(E) 次に、実施例 1 と同様の操作を実施する。まず、接合機にこの金型 12a を下にして設置する。この金型 12a の上に紫外線硬化型樹脂 6 を 10 cc 塗布する。別途用意してあるシリンドラ曲面を有するガラスレンズ 16 を上方向から押し当て、金型 12a の形状を紫外線硬化型樹脂 6 に転写する。ガラスレンズ 16 としては紫外線光を透過するものを使用する。その後、ガラスレンズ 16 側から紫外線 17 を照射して形状転写した紫外線硬化型樹脂層 6a を硬化させる。

【0038】(F) 紫外線硬化型樹脂層 6a の硬化後、紫外線硬化型樹脂層 6a から金型 12a を剥離する。

【0039】(G) 紫外線硬化型樹脂層 6a を接合したガラスレンズ 16 をドライエッチング装置に設置して、実施例 1 と同様に、紫外線硬化型樹脂層 6a の形状をガラスレンズ 16 に転写する。16a は形状転写後のガラスレンズである。この方法によって、曲面基板上に微細構造の製作が可能となる。

【0040】(実施例 3) 潤滑性を有するポリゴンモーター用回転軸を製作した。製作手順を図 7、8 を参照して説明する。

(A) 金型母材料 22 として直径 4 インチ、厚さ 1.0 mm のシリコンシートを用意した。金型を形成するまでは金型母材料 22 を平坦に保つために、これを厚さ 2.0 mm の裏打ち用合成石英基板 23 上にワックスで平行に貼りつけた。

【0041】この金型母材料 22 の表面上に電子線描画用レジスト (東京応化社製: OEBR-1000) 4 を

スピナーにて、500 rpm で 5 秒間、続いて 4000 rpm で 30 秒間塗布した。その後、170℃ で 20 分間のプリベークを行なった後、急冷却した。この時のレジスト膜厚は、0.5 μm であった。

【0042】次に、(F) に示す微細形状を得る為に、別途 CAD ソフトを使用して EB 照射ビームがなぞる領域分割、経路及びビーム径、ドーズ量、描画時間等を入力しておく。描画全領域を 500 μm × 500 μm の正方形の領域に分割して描画プログラムを作成した。最終製品形状と描画形状とは、反転した関係である。実施例 1 と同様に描画した。本実施例の場合も X-Y ステージを移動させながら描画し、描画に 1 時間を要した。

【0043】(B) 描画後、実施例 1 と同様に現像を行なってレジストパターン 4a を得た。

【0044】(C) 次に、描画後のレジストパターン 4a をドライエッチング法によって金型母材料 22 に転写して金型 22a を形成した。ドライエッチングは、TCP エッチング装置を用い、CHF₃: 10.0 sccm、CF₄: 0.5 sccm のガスを導入しながら、基板バイアス電圧: 500 W、上部電極パワー: 1250 W、真空度 1.5 × 10⁻³ Torr で 1 分間エッチングを行なった。この時のエッチング速度は、0.50 μm/分であった。エッチングの選択比は 1.0 で、エッチング後の形状高さは 0.5 μm であった。次に、合成石英基板 23 を加熱して金型 22a を合成石英基板 23 から剥離した。

【0045】(D) この金型 22a の表面を離型処理するために、金型表面に金属 Cr 薄膜をスパッタリング法により 9 × 10⁻¹ Pa で 500 Å 成膜した。比較的高圧で成膜したためまわり込みが十分に行なわれ、金型 22a の表面に均一に成膜された。次に、離型処理したその金型 22a を下にセットして、その上に紫外線硬化型樹脂としてアクリル系樹脂 (大日本インキ社製: GRANDIC RC-8720) 6 を 10 cc 塗布した。これをスピナーで回転させて余分な樹脂を除去した。

【0046】この金型 22a を専用台にセットし、予め別の工程でシランカップリング処理 (密着性向上処理) を施した目的製品材料 (ポリゴンモーター用金属軸) 26 を円柱状形状のまま回転させながら平面状の金型 22a 上をゆっくりと回転させた。この操作によって、目的製品材料 26 の表面上に紫外線硬化型樹脂層 6 が印刷され、金型 22a が目的製品材料 26 の表面に印刷されたような状態となる。

【0047】(E) 次に、目的製品材料 26 の表面側から均一な紫外線光を 3000 mJ 照射した。この時の紫外線硬化型樹脂層 6 の厚さ (金型 22a の 3 次元構造のトップと目的製品材料 26 の表面との間の距離) は、0.1 μm 以下であった。次に、金型 22a を剥離し、目的製品材料 26 の表面上の樹脂転写形状 6a を測定したところ、上記凹凸部の高さは 0.44 μm に小さくな

っていた。

【0048】(F)次に、目的製品材料26を回転させながら、実施例1と同様にドライエッチング法により樹脂転写形状6aを目的製品材料26に転写した。この時のドライエッチング条件は、RIE（反応性イオンエッチング）エッチング装置を用い、 CHF_3 :12.0sccm、 CF_4 :4sccmのガスを導入しながら、上部電極パワー:1000W、真空度 1.5×10^{-3} Torrで20分間エッチングを行なった。この時のエッチング速度は $0.02 \mu\text{m}/\text{分}$ であった。エッチングの選択比（目的製品材料26のエッチング速度/紫外線硬化型樹脂層6のエッチング速度）は平均で0.5で、エッチング後の形状高さは、 $0.22 \mu\text{m}$ であった。表面粗さは、 $R_a = 0.001 \mu\text{m}$ 以下で良好であった。凹凸面（シリンダー状の溝形状）は直線形状である。

【0049】

【発明の効果】本発明では、表面に微細形状をもつ金型の表面に離型処理を施し、その金型表面に硬化可能な樹脂を介して目的製品材料を押し当てて、金型の表面形状の反転形状をその樹脂に転写し、その樹脂を硬化させ、その樹脂を目的製品材料に接合させた状態で金型を剥離した後、その樹脂に転写された形状をドライエッチング法によって目的製品材料に転写することにより、微細表面構造をもつ物品を製造する製造するようにしたので、微細構造（高精度の表面3次元構造）を高精度で、量産製品を大量に生産可能となった。生産の工程を簡素化して再現性あるかつ容易な製造工程とし、低コスト化を実現できた。また、金型表面に離型処理を施したので、金型の寿命を長くし、かつ転写性を向上させ、剥離を容易にすることが可能となった。金型として可撓性をもつ材料を使用すれば、従来工法では全く実現できなかった、

曲面基板上の超微細構造製作が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 可撓性をもつ材料で金型を製作し、変形させて得られる形状の例を示す図であり、(A)はシリンダー一局面を示す斜視図、(B)は球面形状を示す断面図である。

【図2】 第1の実施例で製作する回折光学素子を示す断面図である。

【図3】 第1の実施例の前半部を示す工程断面図である。

【図4】 第1の実施例の後半部を示す工程断面図である。

【図5】 第2の実施例の前半部を示す工程断面図である。

【図6】 第2の実施例の後半部を示す工程断面図である。

【図7】 第3の実施例の前半部を示す工程断面図である。

【図8】 第3の実施例の後半部を示す工程断面図である。

【符号の説明】

2, 12, 22 金型母材料

2a, 12a, 22a 金型

4 レジスト

4a レジストパターン

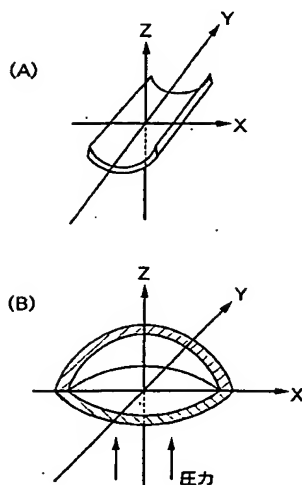
6 紫外線硬化型樹脂

6a 紫外線硬化型樹脂パターン

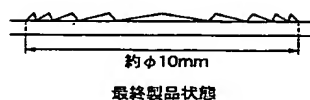
8, 16, 26 目的製品材料

8a, 16a, 26a エッチング後の目的製品材料の表面形状

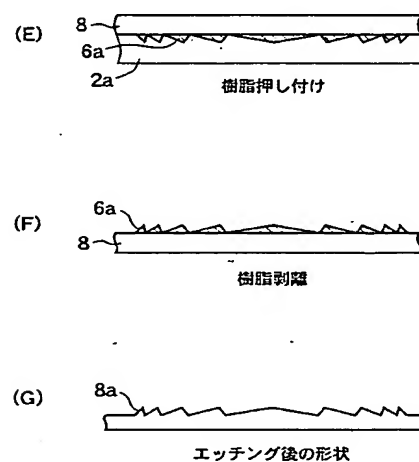
【図1】



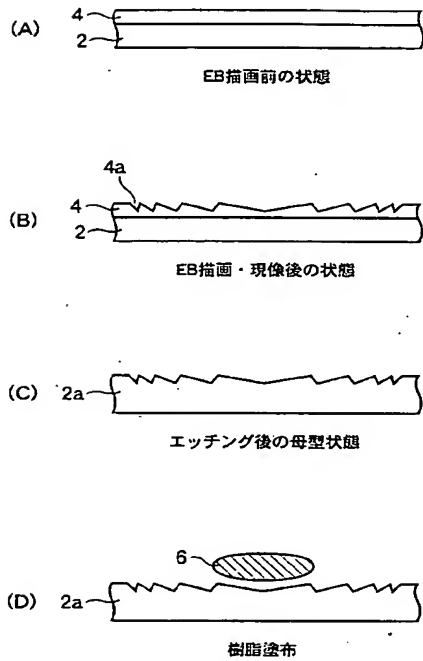
【図2】



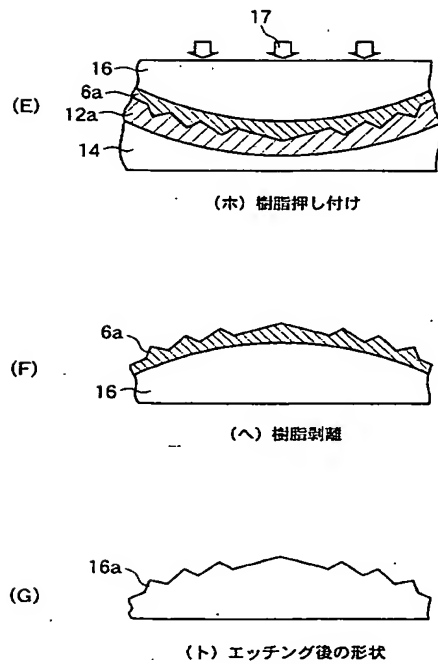
【図4】



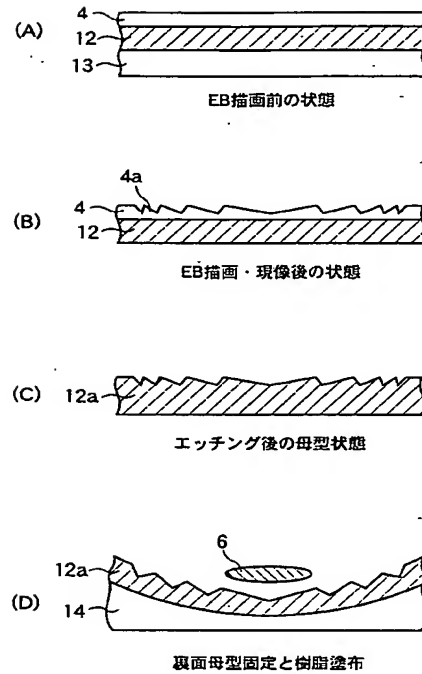
【図3】



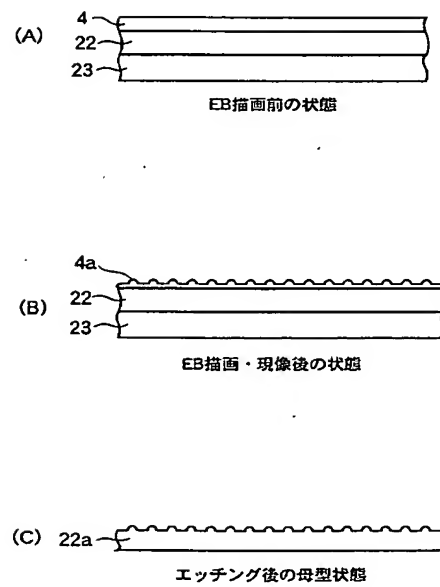
【図6】



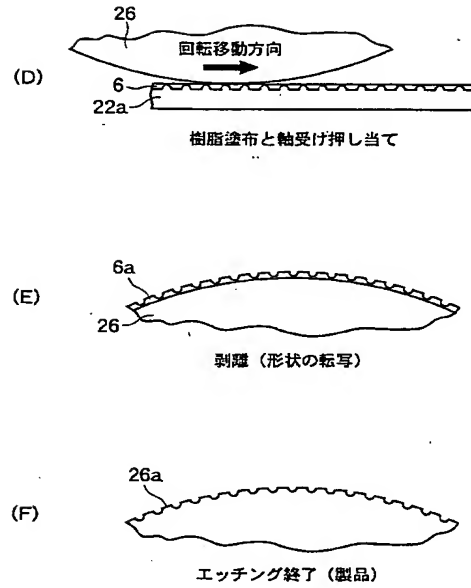
【図5】



【図7】



【図 8】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷

G 0 2 B 3/00

5/18

G 0 3 F 7/20

7/24

識別記号

5 0 1

5 0 4

5 0 5

F I

G 0 2 B 3/00

5/18

G 0 3 F 7/20

7/24

テーマコード* (参考)

Z

A

5 0 1

5 0 4

5 0 5

Z

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-192500

(43)Date of publication of application : 10.07.2002

(51)Int.Cl.

B81C 5/00

B44C 1/20

B44C 1/22

G03C 15/00

G02B 3/00

G02B 5/18

G03F 7/20

G03F 7/24

(21)Application number : 2000-391400

(71)Applicant : RICOH OPT IND CO LTD

(22)Date of filing : 22.12.2000

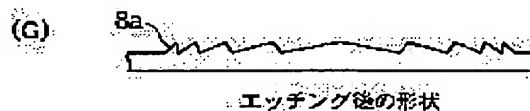
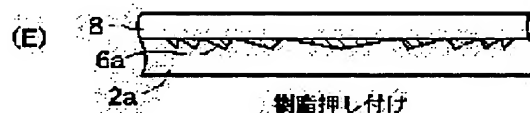
(72)Inventor : UMEKI KAZUHIRO

(54) MANUFACTURING METHOD FOR ARTICLE HAVING MICRO SURFACE STRUCTURE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To manufacture highly precise and reproducible surface three-dimensional structure at low cost by simplifying the process of the manufacture.

SOLUTION: The surface of a metal mold 2a is released, ultraviolet ray hardening type resin 6 is coated thereon, and a target product material 8 treated by silane coupling is slowly pushed thereon. The uniform ultraviolet ray is irradiated from the rear side of the target product material substrate 8 so as to harden the ultraviolet ray hardening type resin layer 6. The metal mold 2a is exfoliated with the ultraviolet ray hardening type resin layer 6 joined with the target product material substrate 8. The transfer shape of the resin layer 6a on the target product material substrate 8 is transferred to the target product material substrate 8 by a dry etching method.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

JPO and NCIP1 are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.*** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The manufacture approach of manufacturing the goods which are equipped with (E) from the following processes (A), and have a detailed surface structure.

(A) Press the purpose product ingredient through the resin which can be hardened on the process which performs mold release processing to the front face of the metal mold which has a detailed configuration in a front face, and said metal mold front face on which (B) mold release processing was performed. The process which imprints the reversal configuration of the shape of surface type of said metal mold to said resin, the process which stiffens the (C) aforementioned resin, (D) The process which makes the resin exfoliate from said metal mold where said resin is joined to said purpose product ingredient, and process which imprints the configuration imprinted by the (E) aforementioned resin into said purpose product ingredient by the dry etching method.

[Claim 2] Said resin is the manufacture approach according to claim 1 which is ultraviolet curing mold resin.

[Claim 3] The detailed configuration on said front face of metal mold is the manufacture approach according to claim 1 or 2 formed by (c) from the following processes (a).

(a) the process which draws a desired configuration into said photosensitive ingredient by the process, the (b) electron ray, or laser beam which applies a photosensitive ingredient on the charge front face of a metal mold base material which is going to form said detailed configuration, subsequently develops negatives, and forms a request configuration in said photosensitive ingredient, and (c) — the process which imprints the configuration of said photosensitive ingredient in said charge of a metal mold base material by the dry etching method.

[Claim 4] Said charge of a metal mold base material is the manufacture approach according to claim 3 which is the ingredient in which dry etching is possible, and is one sort chosen from the group which consists of a metallic material, a glass ingredient, a ceramic ingredient, plastic material, and a hard-rubber ingredient.

[Claim 5] Said metal mold base material is the manufacture approach according to claim 3 or 4 which is flat-surface substrate . and forms said detailed configuration in the front face on the flat surface.

[Claim 6] The photosensitive ingredient which shall perform drawing in the process (b) of claim 3 with an electron ray, and is applied on said charge front face of a metal mold base material is the manufacture approach according to claim 3, 4, or 5 made into a positive resist.

[Claim 7] The manufacture approach given in either of claims 3-6 to which a selection ratio is changed gradually or continuously in order to imprint a desired configuration at the dry etching process in the process (c) of claim 3.

[Claim 8] It is the manufacture approach given in either of claims 1-7 which are what consists of the single metal or composite material chosen from the group which the mold release processing on the front face of metal mold in the process (A) of claim 1 is forming a metal thin film on a metal mold front face, and the metal thin film becomes from nickel, Cr, Fe, aluminum, Co, Cu, Mo, Pt, Au, Nb, and Ti.

[Claim 9] The manufacture approach according to claim 8 of performing surface treatment by the

layer containing the fluorine in of the still more detailed structure of the metal thin film as mold release processing after forming said metal thin film for the mold release processing on the front face of metal mold.

[Claim 10] The manufacture approach given in either of claims 1-7 which form in a metal mold front face the organic compound layer which has a fluorine functional group as a mold release art on the front face of metal mold in the process (A) of claim 1.

[Claim 11] Use ultraviolet curing mold resin as said resin, and at least one side chooses what consists of an ultraviolet-rays transparency ingredient among said metal mold and said purpose product ingredient. The manufacture approach given in either of claims 2-10 which ultraviolet rays are irradiated [claims] at ultraviolet curing mold resin through the metal mold of an ultraviolet-rays transparency ingredient, the purpose product ingredient, or both, and make homogeneity harden the ultraviolet curing mold resin at the hardening process of the resin in the process (C) of claim 1.

[Claim 12] The manufacture approach given in either of claims 3-11 which calculate beforehand the amount of contraction in the case of hardening of the resin in the process (C) of claim 1, expect the amount part of contraction at the configuration imprint process to the charge of a metal mold base material by the dry etching of the photosensitive ingredient in the process (c) of claim 3, and process the charge of a metal mold base material deeply.

[Claim 13] The manufacture approach given in either of claims 1-12 which perform primer surface treatment for raising both adhesion between resin and the purpose product ingredient front face in case the purpose product ingredient is pressed against the metal mold front face on which mold release processing was performed through resin at the process (B) of claim 1.

[Claim 14] The manufacture approach given in either of claims 1-13 to which the selection ratio [ingredient / in the dry etching / the resin and the purpose product ingredient] of etching is changed gradually or continuously in order to form a desired configuration in the purpose product ingredient in case the configuration imprinted by resin at the process (E) of claim 1 is imprinted into the purpose product ingredient by the dry etching method.

[Claim 15] Flexibility is given to said metal mold in order to form a detailed configuration in the curved-surface-like front face of said purpose product ingredient. The manufacture approach given in either of claims 1-14 which imprint the reversal configuration of the shape of surface type of the metal mold to the resin where it pressed said purpose product ingredient against said metal mold front face through said resin at the process (B) of claim 1 and said metal mold is incurvated according to the curved surface of the purpose product ingredient front face.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the manufacture and processing of a product which discover an optical function, a mechanical function, or a physical function by performing micro processing to a front face. Such micro processing is used for manufacture of optical elements, such as MLA (micro-lens array), a diffracted-light study component, a deviation optical element, a dioptric-system component, a birefringence optical element, an optical-fiber system optical element, and a beam splitter, and especially outline dimensions are used by manufacture of an optical element 10mm or less. moreover, this approach -- broad industrial fields, such as the surface treatment approach of micro-machining and machine moving parts (car motor, air conditioner compressor, etc.), -- application - it is available.

[0002]

[Description of the Prior Art] A) the approach of producing the component which has phase distribution of the shape of a step of $N=2M$ level in the process of a time $(M-1)$ as the production approach of a multi-level component using M masks using a lithography technique is proposed (38 "opto-electronics contact" Vol. No. 5 (2000) P. 42-51, especially the P.45 reference). B) The approach which combined the direct writing method and optical lithography using an electron beam, a laser beam, an ion boom, etc., and a dry etching technique is also proposed ("application physics" volume [68th] No. 6 (1999) P. 633 - 638 reference).

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] As for that many mask number of sheets is need, that the count of alignment cannot disregard many this error, that the etching error of the depth direction cannot be disregarded, and the minimum Rhine width of face, by the approach of A, it is a problem that about 1 micrometer is a limitation etc. the equipment which has a highly precise control technique is required of the approach of B, and it is lacking in the repeatability which requires time amount for that equipment is expensive and drawing very much (it is about 10 - 15 hours at a 500micrometerx500micrometer square), and does not have mass-production nature - - there is a problem of ** and there is no example put in practical use. Also in which approach of Above A and B, all the configurations of the ingredient for a product are flat-surface substrate . ingredients. The manufacture to substrate . of a curved-surface (the spherical surface is included) configuration is not proposed.

[0004] This invention simplifies the process of production and aims at offering the approach for repeatability being good and manufacturing the highly precise surface three-dimensional structure cheaply. This invention lengthens the life of metal mold, and raises imprint nature again, and it is also making to make exfoliation easy into the purpose.

[0005]

[Means for Solving the Problem] This invention is the manufacture approach of manufacturing the goods which are equipped with (E) from the following processes (A), and have a detailed surface structure.

(A) Press the purpose product ingredient through the resin which can be hardened on the process which performs mold release processing to the front face of the metal mold which has a

detailed configuration in front face, and the metal mold front face on which (B) mold release processing was performed. the process which imprints the reversal configuration of the shape of surface type of metal mold to the resin, and (C) — the process which stiffens the resin — (D) — the process which makes the resin exfoliate from metal mold where the resin is joined to the purpose product ingredient, and (E) — the process which imprints the configuration imprinted by the resin into the purpose product ingredient by the dry etching method. In this invention, since mold release processing of the metal mold front face is carried out, resin exfoliates from metal mold easily. Moreover, thereby, the life of imprint nature [elongation and] of metal mold improves.

[0006]

[Embodiment of the Invention] As resin which imprints the reversal configuration of the shape of surface type of metal mold, ultraviolet curing mold resin and heat-curing mold resin can be used. In using ultraviolet curing mold resin as the resin, there are the following advantages.

** Hardening in ordinary temperature is possible. ** It is liquid, and since it can apply, a fluidity is good and can prevent generating of a bubble etc. ** Since ultraviolet radiation can be irradiated and homogeneity can be made to harden it, homogeneity can be stiffened. ** It can be made to harden for a short time. Consequently, the shape of metal mold surface type can be correctly imprinted now easily.

[0007] Even when using heat-curing mold resin as the resin, the shape of metal mold surface type can be correctly imprinted like ultraviolet curing mold resin by stiffening homogeneity. As heat-curing mold resin, the resin currently used for manufacture of a plastics spectacle lens and a contact lens can be used. The molding approach using such heat-curing mold resin is called the casting method, slushes liquid-like heat-curing mold resin into metal mold, heats it gradually, and is stiffened over about 24-hour time amount.

[0008] As for the detailed configuration on the front face of metal mold, it is desirable to form by (c) from the following processes (a).

(a) the process which draws a desired configuration into the photosensitive ingredient by the process, the (b) electron ray (EB), or laser beam which applies a photosensitive ingredient on the charge front face of a metal mold base material which is going to form said detailed configuration, subsequently develops negatives, and forms a request configuration in the photosensitive ingredient, and (c) — the process which imprints the configuration of the photosensitive ingredient in the charge of a metal-mold base material by the dry etching method. By drawing a desired configuration by the electron ray or the laser beam, a desired configuration is producible with high degree of accuracy with the process of 1 time.

[0009] Moreover, if the configuration of a photosensitive ingredient is imprinted in the charge of a metal mold base material by the dry etching method, the resist configuration which is an elasticity ingredient can be imprinted into a hard metal mold ingredient. In this case, the charge of a metal mold base material needs to be the ingredient in which dry etching is possible, and can use one sort chosen from the group which consists of a metallic material, a glass ingredient, a ceramic ingredient, plastic material, and a hard-rubber ingredient as such an ingredient.

[0010] Generally, a metal mold base material is flat-surface substrate, and forms a detailed configuration in the front face on the flat surface. In case metal mold is made, in order to form a photosensitive ingredient pattern in the charge front face of a metal mold base material, when using the photosensitive ingredient for electron beam lithography, as for the photosensitive ingredient for electron beam lithography, it is desirable that it is a positive resist. Thus, there is an advantage of the repeatability of drawing being good, and control of an electron of leakage etc. being easy, and being easy to control, by applying POJIREJISUTO and drawing by the electron-beam-lithography approach as the fine structure manufacture approach. When drawing by the laser beam, the photosensitive ingredient which has sensibility in the wavelength of the laser light to be used is used.

[0011] In case metal mold is manufactured, in order to imprint a desired configuration at the dry etching process in the process which imprints the configuration of a photosensitive ingredient in the charge of a metal mold base material by the dry etching method, it is desirable to change a selection ratio gradually or continuously. Thus, a desired configuration can be acquired now by

changing a selection ratio gradually or continuously at the time of imprint.

[0012] An example of the mold release processing on the front face of metal mold shall be forming a metal thin film on a metal mold front face, and the metal thin film shall consist of the single metal or composite material chosen from the group which consists of nickel, Cr, Fe, aluminum, Co, Cu, Mo, Pt, Au, Nb, and Ti. While the configuration imprint nature of metal mold increases by leaps and bounds and an exact imprint can be performed by this mold release processing, detachability becomes easy and the life of metal mold improves by leaps and bounds.

[0013] It is desirable to perform surface treatment as mold release processing by the layer containing the fluororesin of the still more detailed structure on the metal thin film. This surface treatment can be performed by forming the layer containing a fluororesin by the plating approach or the vacuum evaporation approach. The approach of forming in a metal mold front face the organic compound layer which has a fluorine functional group as other mold release arts on the front face of metal mold is also desirable.

[0014] When using ultraviolet curing mold resin as resin which imprints the reversal configuration of the shape of surface type of metal mold, as an approach of stiffening ultraviolet curing mold resin At least one side chooses what consists of an ultraviolet-rays transparency ingredient among metal mold and the purpose product ingredient. At the hardening process of ultraviolet curing mold resin It is desirable to irradiate ultraviolet rays at ultraviolet curing mold resin through the metal mold of an ultraviolet-rays transparency ingredient, the purpose product ingredient, or both, and to make it make homogeneity harden the ultraviolet curing mold resin. By making homogeneity harden ultraviolet curing mold resin, the configuration imprint nature of metal mold increases by leaps and bounds, and an exact imprint can be performed. When using heat-curing mold resin as resin which imprints the reversal configuration of the shape of surface type of metal mold, as an approach of stiffening heat-curing mold resin, it fixes, where metal mold and the purpose product ingredient are positioned, and a resin inlet is prepared separately. It is desirable to make it carry out heat hardening to the whole metal mold, as heat spreads round homogeneity, heating gradually at the hardening process of heat-curing mold resin.

[0015] Generally, resin is contracted in the case of hardening. Then, it is desirable to amend and process it so that the amount of contraction may be calculated beforehand, the amount part of contraction may be expected at the configuration imprint process to the charge of a metal mold base material by the dry etching of a photosensitive ingredient and the configuration of the charge of a metal mold base material may become deep. Thereby, amendment of the amount of hardening contraction is attained.

[0016] In case the purpose product ingredient is pressed against the metal mold front face on which mold release processing was performed through resin, it is desirable to perform primer surface treatment for raising both adhesion between resin and the purpose product ingredient front face. Exfoliation is alternatively performed from a metal mold side at an exfoliation process by this, and KUWARE (in case you are exfoliation, some resin should remain in metal mold) of resin decreases rapidly. Consequently, the configuration imprint nature in degree process improves.

[0017] In case the configuration imprinted by resin is imprinted into the purpose product ingredient by the dry etching method, in order to form a desired configuration in the purpose product ingredient, it is desirable to change gradually or continuously the selection ratio [ingredient / in the dry etching / the resin and the purpose product ingredient] of etching. Amendment of a configuration is attained by adjustment of this selection ratio, and it can imprint now in a desired configuration.

[0018] By forming metal mold with plastic material, or forming it on a metal thin film, in order to form a detailed configuration in the curved-surface-like front face of the purpose product ingredient It is desirable to imprint the reversal configuration of the shape of surface type of the metal mold to the resin, where it gave flexibility to metal mold, it pressed the purpose product ingredient against the metal mold front face through resin and metal mold is incurvated according to the curved surface of the purpose product ingredient front face. The following advantages can be demonstrated by giving flexibility to metal mold.

** For example, metal mold can be made into a cylinder configuration if metal mold is made to transform into X shaft orientations as shown in drawing 1 (A).

** Metal mold can be made into a spherical-surface configuration, if a uniform pressure is applied to Z shaft orientations and metal mold is made to transform into them again as shown in drawing 1 (B). By using these configurations, the configuration of the field to manufacture cannot be restricted to a flat surface, and can manufacture a detailed configuration to a spherical-surface configuration, the aspheric surface, a cylinder side, etc. Thus, the fine structure manufacture on a curved-surface substrate is attained.

[0019]

[Example] (Example 1) The diffracted-light study component shown in drawing 2 was manufactured. The diameter formed in synthetic quartz material is about 10mm, and this diffracted-light study component arranges a serration configuration in the shape of a concentric circle. The number of zona orbicularis is [about 150 micrometers - 3 micrometers and the height of about 900 pitch] about 0.6 micrometers.

[0020] Below, with reference to drawing 3 and 4, the fabrication sequence of this diffracted-light study component is shown.

(A) The synthetic quartz substrate whose diameter is 4 inches and whose thickness is 2.0mm was prepared as a charge 2 of a metal mold base material. With the spinner, the photosensitive ingredient 4 for electron beam lithography (resist) (shrine make: Tokyo adaptation OEBR- 1000) was applied for 30 seconds at 4000rpm following the front-face top of this charge 2 of a metal mold base material for 5 seconds by 500rpm. Then, sudden cooling was carried out after performing prebaking for 20 minutes at 170 degrees C. The resist thickness at this time was 0.5 micrometers.

[0021] Next, in order to acquire the configuration shown in Fig. 2, the field division which EB exposure beam traces separately using CAD software, a path and a beam diameter, a dose, drawing time amount, etc. are inputted. In the case of this example, the shape of a round shape was approximated with 1080 square shapes, all drawing fields were divided into the field of a 500micrometerx500micrometer square, and the paint program was created. In addition, in this case, a final product configuration and a drawing configuration are the reversed relation. Beforehand, naturally a program is manufactured in a reversal configuration.

[0022] (B) Set in electron-beam-lithography equipment the charge 2 of a metal mold base material which applied the resist 4, and exhaust to a predetermined degree of vacuum. Subsequently, CAD data are transmitted to the control unit of drawing equipment, and drawing is started. It drew moving an X-Y stage in the case of this case, and drawing took 135 hours. Negatives were developed for 3 minutes at 25 degrees C after drawing using the developer (OEBR-1000 developer). The rinse was not performed but was immediately dried by the nitrogen blower and spinner rotation. Moreover, postbake was not performed, either.

[0023] (C) Next, pattern 4a of the resist 4 after drawing was imprinted in the charge 2 of a metal mold base material by the dry etching method. The dry etching at this time performed etching for 3 minutes by substrate . bias voltage:500W, up electrode power:1250W, and degree of vacuum 1.5×10^{-3} Torr (namely, 1.5mTorr(s)), introducing the gas of CHF₃:15.0sccm and CF₄:2sccm using a TCP (inductive-coupling mold plasma) etching system. The etch rate at this time was a part for 0.26-micrometer/. It was made to end by over etching slightly (about 0.1 micrometers). The configuration height of metal mold 2a after etching of the selection ratio (etch rate of the etch rate / resist 4 of the charge 2 of a metal mold base material) of etching was 0.75 micrometers in 1.5. Surface roughness was good less than [Ra=0.001micrometer]. Contraction of the resin in degree process was expected to be 10%, and this configuration height set it up.

[0024] The configuration of metal mold 2a at this time is pitch regularity as compared with configuration 4a at the time of drawing, and only height had increased 1.5 times. In order to carry out mold release processing of the front face of this metal mold 2a, 500A of metal nickel thin films was formed with the degree of vacuum of 9×10^{-1} Pa by the sputtering method on the metal mold front face. Since membranes were comparatively formed with high pressure, the surroundings lump was fully performed and was formed by homogeneity on the metal mold front face.

[0025] Next, surface treatment of the nickel front face was carried out with the triazine thiol organic compound which has a fluorine functional group. This was performed by the approach called organic electroplating. Electrolytic polymerization processing (organic plating) was specifically carried out in the solution which melted fluorination SFTT (super fine triazine thiol) to the solvent, and the organic thin film of a fluorine system was formed in the metal mold front face. Fluorination SFTT fluorinates the side chain of the triazine thiol which is one of the organosulfur compounds. Most, since water-repellent effectiveness (** type effectiveness) was high, $n=7$ formed several 1000Å of a fluorine molecule on this condition. However, if the triazine thiol which has a silanol group is used even if it does not carry out nickel sputtering, the same water-repellent effectiveness will be acquired.

[0026] (D) Next, metal mold 2a which carried out mold release processing was set downward, and three cc (Dainippon Ink make: GRANDIC RC-8720) of acrylic resin was applied as ultraviolet curing mold resin 6 on this.

[0027] (E) Set to the splicing machine of dedication of this metal mold 2a, and press slowly the flat-surface substrate 8 (the Shin-etsu quartz company make: synthetic quartz SUPURASHIRU P-20) of the purpose product ingredient which performed silane coupling processing (improvement processing in adhesion) at another process beforehand. It joined with the automatic splicing machine which controlled fall velocity so that a bubble was not generated in ultraviolet curing mold resin 6 at this time.

[0028] Next, it pushed up to the purpose product ingredient substrate 8 side slowly from the metal mold 2a side, and the ultraviolet curing mold resin 6 which becomes excessive at the time of a configuration imprint was removed. Furthermore, the 3000mJ exposure of the uniform ultraviolet-rays light was carried out from the rear-face side of purpose product ingredient substrate 8, and the ultraviolet curing mold resin layer 6 was stiffened. The thickness (top of the three-dimensional structure of the ultraviolet curing mold resin layer 6 and distance between the SUPURASHIRU purpose product ingredient substrates 8) of the ultraviolet curing mold resin layer 6 at this time was 0.1 micrometers or less. Naturally, the maximum thickness of the ultraviolet curing mold resin layer 6 is "pattern depth:0.75"+"0.1"=0.85micrometer.

[0029] (F) Next, it was made to exfoliate using a fixture, since it exfoliates from a metal mold front face, joining ultraviolet curing mold resin layer 6a to purpose product ingredient substrate 8, making the purpose product ingredient substrate 8 of the thinner one deform into a convex configuration a little. Next, when the imprint configuration of resin layer 6a on the front face of the purpose product ingredient substrate 8 was measured, the height of the optical element section was small to 0.67 micrometers. This was because resin layer 6a carried out hardening contraction, and the hardening contraction was about 11% on the average. Therefore, since the amount of contraction was larger than the early amount of hopes, it became a slightly low value. Since a pars basilaris ossis occipitalis differs in contraction of resin layer 6a from the upper part (point of an optical element), a point depends this on height having become low and having had the shape of a globular form slightly.

[0030] (G) Next, the imprint configuration of resin layer 6a on the purpose product ingredient substrate 8 was imprinted like the above. Dry etching conditions performed etching for 3.5 minutes using the TCP etching system by base bias voltage:500W, up electrode power:1250W, and degree of vacuum 1.5×10^{-3} Torr (namely, 1.5mTorr(s)), introducing the gas of CHF₃:12.0sccm and CF₄:4sccm. The etch rate at this time was a part for 0.25-micrometer/.

[0031] Since contraction of resin layer 6a differed slightly by the pars basilaris ossis occipitalis and the up point and height was low as spread previously, the increment in 2.0sccm of the CHF₃ capacity was carried out in the second half of etching, and the selection ratio was enlarged a little and etched. By changing a selection ratio gradually, the desired configuration was able to be acquired at the time of an imprint. The selection ratio (etch rate of the etch rate / resin layer 8 of the purpose product ingredient substrate 8) of etching was 1.03 on the average, and the height of configuration 8a after etching was 0.69 micrometers. Surface roughness was good less than [Ra=0.001micrometer]. In addition, the optical surface had the straight-line configuration.

[0032] (Example 2) In the manufacture approach of the fine structure, the example which forms metal mold in the plastic material which has flexibility, applies a resin layer to this, imprints a

configuration, and the resist layer which carried out the configuration imprint is incurvated, and is imprinted on the purpose ingredient front face is explained with reference to drawing 5 and 6.

[0033] (A) The acrylic sheet with a diameter [of 4 inches] and a thickness of 1.0mm was prepared as a charge 12 of a metal mold base material. In order to keep flat the charge 12 of a metal mold base material until it forms metal mold, this was stuck in parallel with the wax on the synthetic quartz substrate 13 for backing with a thickness of 2.0mm.

[0034] (B) The same configuration as an example 1 was drawn by the same approach by having made this into the substrate, and the resist 4 for electron beam lithography was patternized. 4a has the shape of the surface type.

[0035] (C) The pattern of a resist 4 was imprinted in the charge 12 of a metal mold base material by the dry etching method like the example 1, and metal mold 12a was formed. Surface preparation was carried out by fluorine system triazine with a silanol group or a thiol group, and mold release processing was performed without having differed on the front face of the metal mold 12a in the example 1 and performing nickel surface preparation to it. Then, the wax was heated and metal mold 12a of an acrylic sheet was exfoliated from the synthetic quartz substrate for backing.

[0036] (D) Subsequently, join to the die 14 for a metal configuration imprint which has the curve side currently prepared separately with a wax. Since metal mold 12a of an acrylic sheet has flexibility, it imitates metal production form type 14, and forms a curve side. This is used as a molding die.

[0037] (E) Next, carry out the same actuation as an example 1. First, it installs by turning this metal mold 12a down at a splicing machine. Ten cc of ultraviolet curing mold resin 6 is applied on this metal mold 12a. The glass lens 16 which has the cylinder curved surface currently prepared separately is pressed from above, and the configuration of metal mold 12a is imprinted to ultraviolet curing mold resin 6. What penetrates ultraviolet-rays light as a glass lens 16 is used. Then, ultraviolet rays 17 are irradiated from a glass lens 16 side, and ultraviolet curing mold resin layer 6a which carried out the configuration imprint is stiffened.

[0038] (F) Exfoliate ultraviolet curing mold resin layer 6a to metal mold 12a after hardening of ultraviolet curing mold resin layer 6a.

[0039] (G) Install the glass lens 16 which joined ultraviolet curing mold resin layer 6a in a dry etching system, and imprint the configuration of ultraviolet curing mold resin layer 6a to a glass lens 16 like an example 1. 16a is a glass lens after a configuration imprint. By this approach, manufacture of the fine structure is attained on a curved-surface substrate.

[0040] (Example 3) The revolving shaft for polygon motors which has lubricity was manufactured. A fabrication sequence is explained with reference to drawing 7 and 8.

(A) The silicon sheet with a diameter [of 4 inches] and a thickness of 1.0mm was prepared as a charge 22 of a metal mold base material. In order to keep flat the charge 22 of a metal mold base material until it forms metal mold, this was stuck in parallel with the wax on the synthetic quartz substrate 23 for backing with a thickness of 2.0mm.

[0041] With the spinner, the resist 4 for electron beam lithography (shrine make: Tokyo adaptation OEPR-1000) was applied for 30 seconds at 4000rpm following the front-face top of this charge 22 of a metal mold base material for 5 seconds by 500rpm. Then, sudden cooling was carried out after performing prebaking for 20 minutes at 170 degrees C. The resist thickness at this time was 0.5 micrometers.

[0042] Next, in order to acquire the detailed configuration shown in (F), the field division which EB exposure beam traces separately using CAD software, a path and a beam diameter, a dose, drawing time amount, etc. are inputted. All drawing fields were divided into the field of a 500micrometerx500micrometer square, and the paint program was created. A final product configuration and a drawing configuration are the reversed relation. It drew like the example 1. It drew moving an X-Y stage also in this example, and drawing took 1 hour.

[0043] (B) After drawing, negatives were developed like the example 1 and resist pattern 4a was obtained.

[0044] (C) Next, resist pattern 4a after drawing was imprinted in the charge 22 of a metal mold base material by the dry etching method, and metal mold 22a was formed. Dry etching performed

etching for 1 minute by substrate, bias voltage:500W, up electrode power:1250W, and degree of vacuum 1.5×10^{-3} Torr, introducing the gas of CHF₃:10.0sccm and CF₄:0.5sccm using a TCP etching system. The etch rate at this time was a part for 0.50-micrometer/. The selection ratio of etching was 1.0 and the configuration height after etching was 0.5 micrometers. Next, the synthetic quartz substrate 23 was heated and metal mold 22a was exfoliated from the synthetic quartz substrate 23.

[0045] (D) In order to carry out mold release processing of the front face of this metal mold 22a, 500Å of metal Cr thin films was formed by 9×10^{-1} Pa by the sputtering method on the metal mold front face. Since membranes were comparatively formed with high pressure, the surroundings lump was fully performed, and membranes were formed by homogeneity on the front face of metal mold 22a. Next, the metal mold 22a which carried out mold release processing was set downward, and ten cc (Dainippon Ink make: GRANDIC RC-8720) of acrylic resin 6 was applied as ultraviolet curing mold resin on it. This was rotated with the spinner and excessive resin was removed.

[0046] This metal mold 22a. is set to an exclusive base, and the plane metal mold 22a. top was rotated slowly, rotating the purpose product ingredient (metal shaft for polygon motors) 26 which performed silane coupling processing (improvement processing in adhesion) at another process beforehand with a cylindrical configuration. It will be in the condition that the ultraviolet curing mold resin layer 6 is printed on the front face of the purpose product ingredient 26 by this actuation, and metal mold 22a was printed on the front face of the purpose product ingredient 26.

[0047] (E) Next, the 3000mJ exposure of the uniform ultraviolet-rays light was carried out from the front-face side of the purpose product ingredient 26. The thickness (distance between the top of the three-dimensional structure of metal mold 22a and the front face of the purpose product ingredient 26) of the ultraviolet curing mold resin layer 6 at this time was 0.1 micrometers or less. Next, when metal mold 22a was exfoliated and resin imprint configuration 6a on the front face of the purpose product ingredient 26 was measured, the height of the above-mentioned concave heights was small to 0.44 micrometers.

[0048] (F) Next, resin imprint configuration 6a was imprinted into the purpose product ingredient 26 by the dry etching method like the example 1, rotating the purpose product ingredient 26. The dry etching conditions at this time performed etching for 20 minutes by up electrode power:1000W and degree of vacuum 1.5×10^{-3} Torr, introducing the gas of CHF₃:12.0sccm and CF₄:4sccm using a RIE (reactive ion etching) etching system. The etch rate at this time was a part for 0.02-micrometer/. The selection ratio (etch rate of the etch rate / ultraviolet curing mold resin layer 6 of the purpose product ingredient 26) of etching was 0.5 on the average, and the configuration height after etching was 0.22 micrometers. Surface roughness was good less than [Ra=0.001micrometer]. A concave convex (the shape of a cylinder-like quirk) is a straight-line configuration.

[0049]

[Effect of the Invention] In this invention, perform mold release processing to the front face of the metal mold which has a detailed configuration in a front face, and the purpose product ingredient is pressed through the resin which can be hardened on the metal mold front face. Imprint the reversal configuration of the shape of surface type of metal mold to the resin, and the resin is stiffened. Since the goods which have a detailed surface structure by imprinting the configuration imprinted by the resin into the purpose product ingredient by the dry etching method were manufactured and manufactured after exfoliating metal mold, where the resin is joined to the purpose product ingredient It was highly precise in the fine structure (highly precise surface three-dimensional structure), and became producible in large quantities about the mass-production product. The process of production was simplified, it considered as the easy reproducible and production process, and low cost-ization has been realized. Moreover, since mold release processing was performed to the metal mold front face, the life of metal mold was lengthened, and imprint nature was raised, and it became possible to make exfoliation easy. If the ingredient which has flexibility as metal mold is used, by the conventional method of construction, the hyperfine-structure manufacture on a curved-surface substrate which was not

able to be realized at all be attained.

[Translation done.]

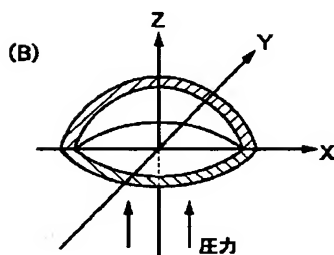
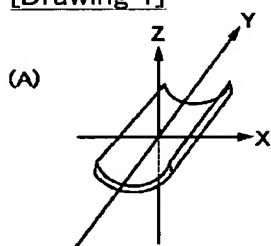
* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

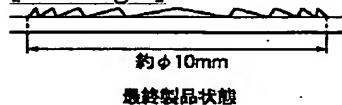
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. *** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

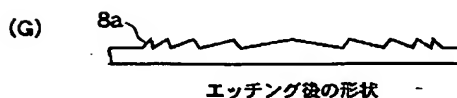
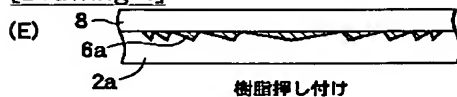
[Drawing 1]



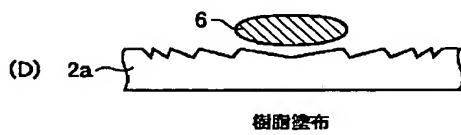
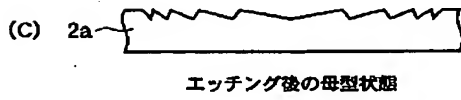
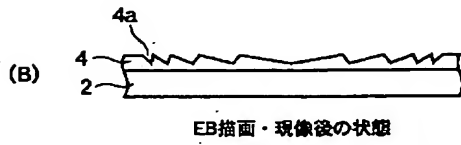
[Drawing 2]



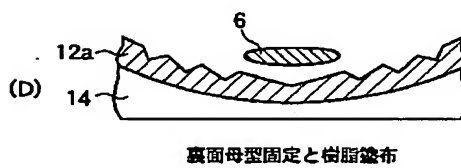
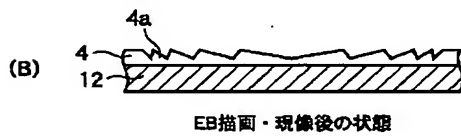
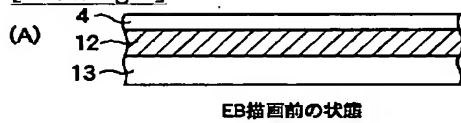
[Drawing 4]



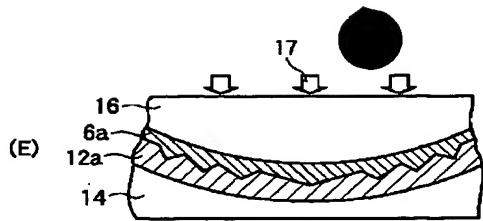
[Drawing 3]



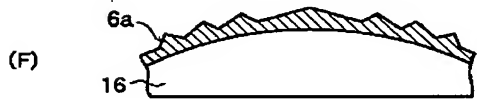
[Drawing 5]



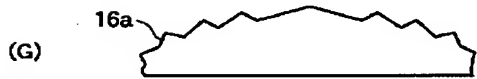
[Drawing 6]



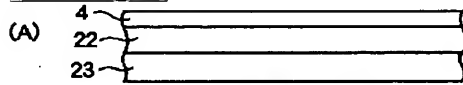
(木) 樹脂押し付け



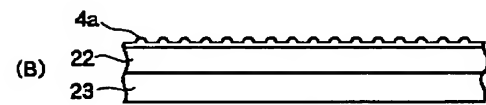
(ハ) 樹脂剥離



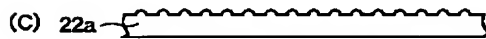
(ト) エッチング後の形状

[Drawing 7]

EB描画前の状態

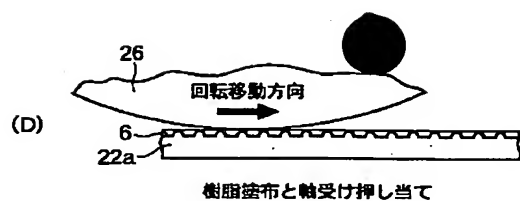


EB描画・現像後の状態



エッチング後の母型状態

[Drawing 8]



[Translation done.]